

Requested Patent: JP11089136A  
Title: PERMANENT MAGNET TYPE MOTOR ;  
Abstracted Patent: JP11089136 ;  
Publication Date: 1999-03-30 ;  
Inventor(s): NARITA KENJI ;  
Applicant(s): FUJITSU GENERAL LTD ;  
Application Number: JP19970257807 19970905 ;  
Priority Number(s): JP19970257807 19970905 ;  
IPC Classification: H02K1/27; H02K29/00 ;  
Equivalents: ;

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enlarge a q-shaft inductance, to enlarge a reluctance torque even in one magnet per pole in a permanent magnet type motor and to improve the efficiency of the motor. **SOLUTION:** In the inner rotor-type permanent magnet-type motor, a rotor core 10 is composed of a first core 12 where as many permanent magnets 11 as the number of poles in a permanent magnet type motor are embedded, and a second core 14 where holes 13 are formed in places corresponding to the permanent magnets 11. The first core 12 and the second core 14 are adjusted to a d-shaft and a q-shaft and they are overlapped. In the first core 12, the permanent magnets 11 are embedded along a circumferential direction and 2P (P: a positive integer)-pieces of permanent magnets form a magnetic pole of 2P poles. The holes 13 of the second core 14 are formed in such a way that they are contained in the holes of the permanent magnets 11.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-89136

(43)公開日 平成11年(1999) 3月30日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 2 K 1/27

識別記号

5 0 1

F I

H 0 2 K 1/27

5 0 1 A

5 0 1 K

5 0 1 M

29/00

29/00

Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-257807

(22)出願日 平成9年(1997) 9月5日

(71)出願人 000006611

株式会社富士通ゼネラル

神奈川県川崎市高津区末長1116番地

(72)発明者 成田 憲治

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式

会社富士通ゼネラル内

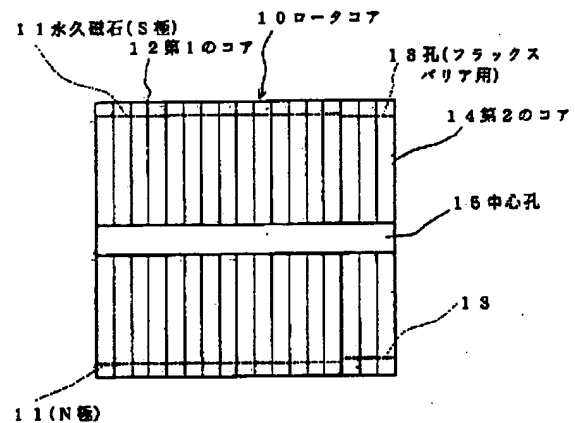
(74)代理人 弁理士 大原 拓也

(54)【発明の名称】 永久磁石形モータ

(57)【要約】

【課題】 永久磁石形モータの1極当たり1つの磁石でも、q軸インダクタンスを大きくし、リラクタンストルクを大きくしてモータの効率向上を図る。

【解決手段】 インナーロータ型の永久磁石形モータにおいて、ロータコア10を永久磁石形モータの極数分だけの永久磁石11を埋設した第1のコア12および同永久磁石11に相対する箇所に孔13を形成した第2のコア14で構成し、第1のコア12と第2のコア14とをd、q軸に合わせて重ねて構成する。第1のコア12は永久磁石11を円周方向に沿って埋設し、かつ2P個(P:正の整数)の永久磁石によって2P極の磁極を形成し、第2のコア14の孔13は永久磁石11の孔に包含されるように形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロータコアを内部に有する永久磁石形モータにおいて、前記ロータコアを前記永久磁石形モータの極数分だけ永久磁石を収納したコアおよび同永久磁石を有しないコアで構成したことを特徴とする永久磁石形モータ。

【請求項2】 ステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）を配置してなる永久磁石形モータにおいて、前記ロータコアを前記永久磁石形モータの極数分だけの永久磁石を埋設した第1のコアおよび同永久磁石に対応する箇所に孔を形成した第2のコアで構成し、前記第1のコアと第2のコアとをd、q軸に合わせて重ねてなることを特徴とする永久磁石形モータ。

【請求項3】 前記第1のコアは前記永久磁石を円周方向に沿って埋設し、かつ2P個（P：正の整数）の永久磁石によって2P極の磁極を形成し、前記第2のコアの孔は前記永久磁石の孔に包含されるように形成してなる請求項2記載の磁石形モータ。

【請求項4】 前記第2のコアに形成する孔は、前記永久磁石を埋設する孔と平行で、かつ前記第2のコアの外径側に寄せるようにした請求項2または3記載の永久磁石形モータ。

【請求項5】 前記第1のコアにおいては前記永久磁石の形状孔および中心孔、前記第2のコアにおいては前記孔および中心孔を含めて電磁鋼板をプレスによって打ち抜き、該打ち抜いた電磁鋼板を積層して前記第1および第2のコアを一体とし、該第1のコアに前記永久磁石を埋設してなる請求項2または3記載の永久磁石形モータ。

【請求項6】 前記コアをロータコアとして組み込んでDCブラシレスモータとした請求項1、2、3、4または5記載の永久磁石形モータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はコンプレッサ等に用いるインナーロータ型の永久磁石形モータに係り、特に詳しくはモータのリラクタンストルクを有効利用して高効率化を図る永久磁石形モータに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】この種の永久磁石形モータのインナーロータ構成はロータコアに永久磁石を埋設しており、例えば図5や図6に示すものが提案されている。図5に示すように、24スロットのステータコア1内のロータコア2は、当該永久磁石形モータの極数（4極）分だけ板状の永久磁石3が外径に沿って円周方向に配置され、かつそれら隣接する永久磁石3の間にフラックスバリア4が形成されている。なお、5は中心孔（シャフト用の孔）である。

【0003】ここで、永久磁石3による空隙部（ステータコア1の歯と永久磁石3との間）の磁束分布が正弦波

状になっているものとする、永久磁石形モータのトルク $T$ は $T = P_n \{ \Phi_a \cdot I_a \cdot \cos \beta - 0.5 (L_d - L_q) \cdot I^2 \cdot \sin 2\beta \}$ で表される。なお、 $T$ は出力トルク、 $\Phi_a$ はd、q座標軸上の永久磁石による電機子鎖交磁束、 $L_d$ 、 $L_q$ はd、q軸インダクタンス、 $I_a$ はd、q座標軸上の電機子電流の振幅、 $\beta$ はd、q座標軸上の電機子電流のq軸からの進み角、 $P_n$ は極対数である。

【0004】前記数式において、第1項は永久磁石3によるマグネットトルクであり、第2の2項はd軸インダクタンスとg軸インダクタンスとの差によって生じるリラクタンストルクである。詳しくは、T. IEE Japan, Vol. 117-D, No 7, 1997の論文を参照されたい。また、図6に示すロータコア2は図5に示す永久磁石3と異なる形状の永久磁石6を有する構成になっているが、前記数式の適用は明かである。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記永久磁石形モータにおいては、q軸の磁路に永久磁石3、4が存在し、またフラックスバリア4が存在することにより、q軸インダクタンス $L_q$ が小さくなってしまふ。その結果、前記数式の $(L_q - L_d)$ の値が小さく、つまりリラクタンストルクが小さく、モータのトータルトルクが小さくなってしまふという欠点があった。

【0006】そこで、q軸インダクタンス $L_q$ を大きくするために、モータの1極当りの永久磁石の数を多くし、つまり多層埋込磁石構造とすることが提案されている。詳しくは前記した論文を参照されたい。しかし、1極当りの永久磁石の数が多いため、製造の複雑化、高コスト化が避けられないという問題点がある。

【0007】この発明は前記課題に鑑みなされたものであり、その目的はモータの1極当り1つの磁石でも、q軸インダクタンスを大きくすることができ、ひいてはリラクタンストルクを大きくすることができ、モータの効率向上を図ることができるようにした永久磁石形モータを提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、この発明はロータコアを内部に有する永久磁石形モータにおいて、前記ロータコアを前記永久磁石形モータの極数分だけ永久磁石を収納したコアおよび同永久磁石を有しないコアで構成したことを特徴としている。

【0009】この発明はステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）を配置してなる永久磁石形モータにおいて、前記ロータコアを前記永久磁石形モータの極数分だけの永久磁石を埋設した第1のコアおよび同永久磁石に対応する箇所に孔を形成した第2のコアで構成し、前記第1のコアと第2のコアとをd、q軸に合わせて重ねてなることを特徴としている。

【0010】この場合、前記第1のコアは前記永久磁石

を円周方向に沿って埋設し、かつ2P個(P;正の整数)の永久磁石によって2P極の磁極を形成し、前記第2のコアの孔は前記永久磁石の孔に包含されるように形成すると好ましい。前記第2のコアに形成する孔は、前記永久磁石を埋設する孔と平行で、かつ前記第2のコアの外径側に寄せるとよい。

【0011】前記第1のコアにおいては前記永久磁石の形状孔および中心孔、前記第2のコアにおいては前記孔および中心孔を含めて電磁鋼板をプレスによって打ち抜き、該打ち抜いた電磁鋼板を積層して前記第1および第2のコアを一体とし、該第1のコアに前記永久磁石を埋設するとよい。また、前記第1および第2コアをロータコアとして組み込んでDCブラシレスモータとするとよい。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図1ないし図4を参照して詳しく説明する。この発明の永久磁石形モータは、永久磁石を有するコアと同永久磁石を有しないコアとによりインナーコアを構成すれば、つまりマグネットトルクを発生するコアとリラクタンストルクのみ発生するコアでインナーコアを構成すれば、リラクタンストルクを大きくすることが可能になることに着目にしたものである。

【0013】そのために、図1ないし図3に示すように、この永久磁石形モータのロータコア10は、永久磁石11を埋設する孔を有する第1のコア(鉄心)12と、永久磁石を有せず、フラックスバリア用の孔13のみを有する第2のコア(鉄心)14とを重ねて合わせたものである。第1のコア12に埋設する永久磁石11は、そのモータの極数(4極)分だけ外径に沿って円周方向に配置され、図5に示す永久磁石4の位置にはほぼ対応し、少なくともその中央部の幅(着磁方向幅)が大きくなっている(例えば断面凸レンズ形状になっている)。

【0014】第2のコア14に形成する孔13は永久磁石11に相対し(平行に形成し)、かつ永久磁石11より多少小さい形になっている。つまり、図4の実線および波線に示すように、第1のコア12と第2のコア14を重ね合わせ、かつd軸およびq軸を合わせて重ねるが、フラックスバリア用の孔13が永久磁石の形状に包含される。なお、永久磁石11は4つであるが、2P個(P;正の整数)の永久磁石を外径に沿って円周方向に配置して2P極の磁極を形成してもよい。この場合、永久磁石に合わせてフラックスバリア用の孔13の数を決め、またステータコアの巻線もその2P極の磁極に合わせて施すことになる。

【0015】図4に示すロータ構成図を参照してインダクタンスについて説明する。なお、24スロットのステータコア16には三相(U相、V相およびW相)の電機子巻線が施されているが、スロット数や電機子巻線が異

なっているもよい。また、ステータコア16において、例えば外径側の巻線をU相、内径側の巻線をW相、その中間の巻線をV相としている。第1のコア12においては、永久磁石11の占める面積が大きく(図4の波線;図2参照)、マグネットトルクを大きくすることができるが、q軸インダクタンスおよびd軸インダクタンスが小さい値となり、つまりリラクタンストルクが小さくなる。

【0016】第2のコア14においては、q軸インダクタンスが大きくなり、つまりステータコア16からの磁束が内部に入り込み易くなるため、インダクタンスの差( $L_q - L_d$ )が大きくなり、リラクタンストルクを大きくすることができる。また、第2のコアの孔13を永久磁石11に平行としていることから、フラックスバリア効果が有効に発揮されるが、さらにインダクタンスの差( $L_q - L_d$ )を大きくするために、その孔13をロータの外径側に寄せるとよい。さらに、永久磁石11を大きくするとともに、その孔13を大きくすれば、マグネットトルクおよびインダクタンスの差( $L_q - L_d$ )がさらに大きくなる。

【0017】このように、主としてマグネットトルクを第1のコア12で発生し、リラクタンストルクのみを第2のコア14で発生している。したがって、第1のコア12ではリラクタンストルクを考慮せず、マグネットトルクが極力大きくなるように永久磁石11の大きさを決めることができ、また第2のコア14ではq軸インダクタンスを大きくするように孔13を決めることができ、つまりマグネットトルクだけでなく、リラクタンストルクも大きくなり、効率の高いモータを得ることができる。なお、図2ないし図4では、永久磁石12および孔13のロータコア11の外径側の面はフラット状であるが、その外径側の面に多少膨らませるようにしてもよく、あるいはその外径側の面を多少へこませるようにしてもよい。

【0018】ところで、前記ロータコア10は、電磁鋼板をプレスで打ち抜いて積層し、永久磁石11を埋設するが、そのプレスの際に前記永久磁石11の形状孔および中心孔(シャフト用の孔)15を打ち抜けばよく、また前記フラックスバリア用の孔13および中心孔15を打ち抜けばよいことから、製造能率を落とすことなく、つまりコスト的には従来と変わらず、コストアップにならずに済む。また、前述により形成されるロータコアを組み込んでDCブラシレスモータとし、空気調和機の圧縮機モータ等として利用すれば、コストをアップすることなく、空気調和機の性能アップ(運転効率の上昇、振動や騒音の低下)を図ることができる。

【0019】なお、前記実施例では、第1および第2のコア12、14によりインナーコアを構成しているが、永久磁石を埋設したコアを2つとし、この2つのコアによって永久磁石を有しないコアを挟んでインナーコアを

構成するようにしてもよい。この場合、4つの永久磁石を2つのコアに分けて埋設する。

#### 【0020】

【発明の効果】以上説明したように、この永久磁石形モータの請求項1記載の発明によると、ロータコアを内部に有する永久磁石形モータにおいて、前記ロータコアを前記永久磁石形モータの極数分だけ永久磁石を収納したコアおよび同永久磁石を有しないコアで構成したので、主としてマグネットトルクを第1のコアで発生し、リラクタンストルクのみを第2のコアで発生することができ、モータの1極当たり1つの磁石でも、 $q$ 軸インダクタンスを大きくすることができ、ひいてはリラクタンストルクを大きくすることができ、モータの効率向上を図ることができ、また永久磁石の数を増加せずともよいことから、コストアップせずに済むという効果がある。

【0021】請求項2記載の発明によると、ステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）を配置してなる永久磁石形モータにおいて、前記ロータコアを前記永久磁石形モータの極数分だけの永久磁石を埋設した第1のコアおよび同永久磁石に対応する箇所に孔を形成した第2のコアで構成し、前記第1のコアと第2のコアとを $d$ 、 $q$ 軸に合わせて重ねるようにしたので、モータの1極当たり1つの磁石でも、 $q$ 軸インダクタンスを大きくすることができ、ひいてはリラクタンストルクを大きくすることができる。また、永久磁石を大きくすることによりマグネットトルクを大きくし、それにともなって第2のコアに形成するフラックスバリア用の孔を大きくすることができるため、よりモータの効率向上を図ることができ、また永久磁石の数を増加せずともよいことから、コストアップせずに済むという効果がある。

【0022】請求項3記載の発明によると、請求項2における第1のコアは前記永久磁石を円周方向に沿って埋設し、かつ $2P$ 個（ $P$ ：正の整数）の永久磁石によって $2P$ 極の磁極を形成し、前記第2のコアの孔は前記永久磁石の孔に包含されるように形成したので、請求項2の効果に加え、種々極数のモータに適用することができ、また第2のコアに形成した孔によりフラックスバリア効果が有効であるという効果がある。

【0023】請求項4記載の発明によると、請求項2または3において第2のコアに形成する孔は、前記永久磁石を埋設する孔と平行で、かつ前記第2のコアの外径側

に寄せるようにしたので、請求項2または3の効果に加え、インダクタンスの差（ $L_q - L_d$ ）を大きくすることができ、よりインダクタンストルクを大きくすることができるという効果がある。

【0024】請求項5記載の発明によると、請求項2または3の第1のコアにおいては前記永久磁石の形状孔および中心孔、前記第2のコアにおいては前記孔および中心孔を含めて電磁鋼板をプレスによって打ち抜き、該打ち抜いた電磁鋼板を積層して前記第1および第2のコアを一体とし、該第1のコアに前記永久磁石を埋設したので、請求項2または3の効果に加え、製造能率を落とすことなく、つまりコスト的には従来と変わらず、コストアップにならずに済むという効果がある。

【0025】請求項6記載の発明によると、請求項1、2、3、4または5において第1および第2コアをロータコアとして組み込んでDCブラシレスモータとしたので、請求項1、2、3、4または5の効果に加え、コストをアップすることなく、空気調和機等の機器の性能アップ（運転効率の上昇、振動や騒音の低下）を図ることができるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の一形態を示す永久磁石形モータのインナーロータの概略的縦断面図。

【図2】図1に示すインナーロータの概略的部分横断面図。

【図3】図1に示すインナーロータの概略的部分横断面図。

【図4】図1に示すインナーロータを有する永久磁石モータの概略的平面図。

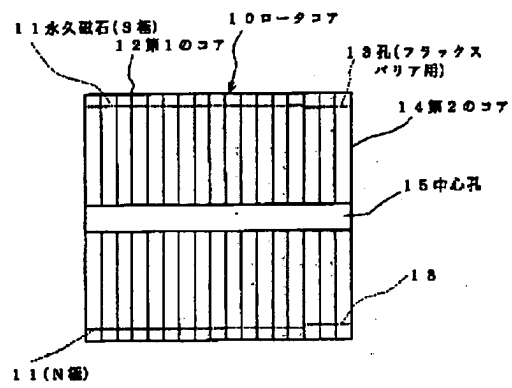
【図5】従来の永久磁石形モータロータの概略的平面図。

【図6】従来の永久磁石形モータロータの概略的平面図。

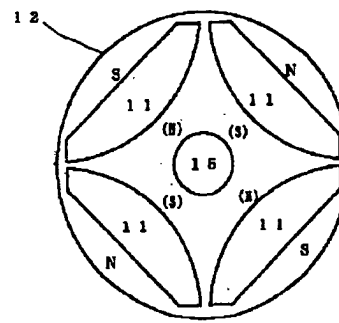
#### 【符号の説明】

- 10 ロータコア（磁石埋込型界磁鉄心）
- 11 永久磁石
- 12 第1のコア
- 13 孔（フラックスバリア用）
- 14 第2のコア
- 15 中心孔（シャフト用）
- 16 ステータコア

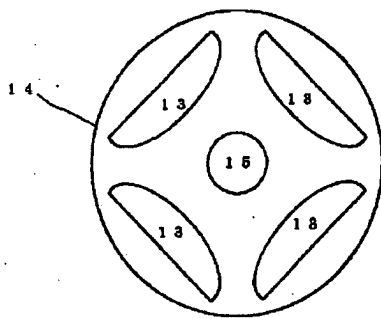
【図1】



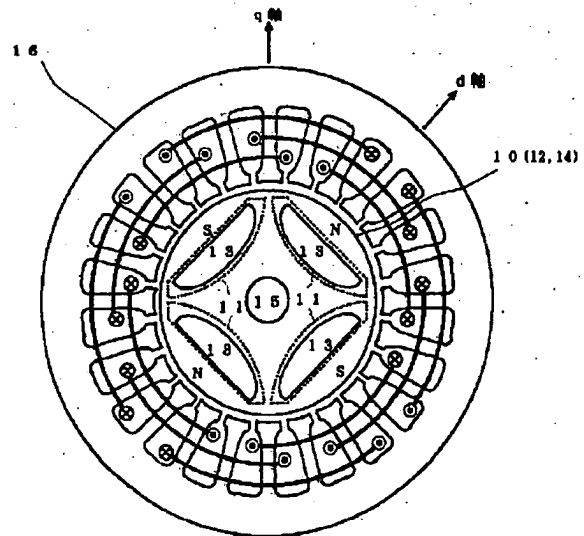
【図2】



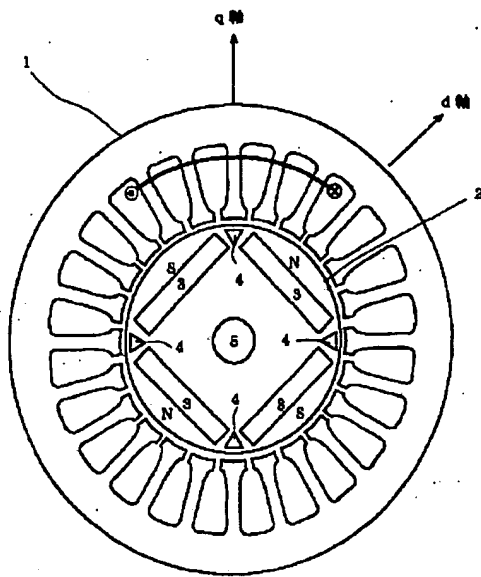
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

